

# SKRIPSI

## PENGOLAHAN SAMPAH PLASTIK MENJADI MINYAK DENGAN PROSES PIROLISIS



Oleh :

APRIAN RAMADHAN PERDANA PUTRA  
0752010024

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL & PERENCANAAN  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM  
SURABAYA  
2011

**SKRIPSI**

**PENGOLAHAN SAMPAH PLASTIK MENJADI MINYAK  
DENGAN PROSES PIROLISIS**

untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik ( S-1)

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN**

Oleh :

**APRIAN RAMADHAN PERDANA PUTRA**  
0752010024

**FAKULTAS TEKNIK SIPIL & PERENCANAAN  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JATIM  
SURABAYA  
2011**

# SKRIPSI

## PENGOLAHAN SAMPAH PLASTIK MENJADI MINYAK DENGAN PROSES PIROLISIS

oleh :

APRIAN RAMADHAN PERDANA PUTRA  
NPM :0752010024

Telah dipertahankan dan diterima oleh Tim Penguji Skripsi  
Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan  
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur  
Pada hari : Kamis Tanggal : 08 Agustus 2011

Menyetujui  
Pembimbing

Penguji I

Dr. Ir. Munawar Ali, MT.  
NIP. 19600401 198803 001

Ir. Putu Wesen, MS.  
NIP:19520920 198303 1 00 1

Penguji II

Mengetahui  
Ketua Program Studi

Ir. Yayok Suryo P, MS.  
NIP:19600601 198703 1 00 1

Penguji III

Dr. Ir. Munawar Ali, MT.  
NIP. 19600401 198803 001


Ir. Novirina Hendrasarie, MT.  
NIP:19681126 199403 2 00 1

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
Untuk memperoleh gelar sarjana (S1), tanggal :

Dekan Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan

Ir. Naniek Ratni J.A.R., M.Kes  
NIP. 19590729 198603 2 00 1

## CURRICULUM VITAE

Peneliti				
Nama Lengkap NPM Tempat/tanggal lahir Alamat  Telp rumah Nomor Hp. Email	: : : :  : : :	Aprian Ramadhan Perdana Putra 0752010024 Surabaya / 15 April 1989 Jl. Sukolilo 1A/27 Surabaya 03178181403 03161144479 – 083830801113 messiahkiss@gmail.com		
Pendidikan				
No.	Nama Univ / Sekolah	Jurusan	Mulai	Keterangan
			Dari      sampai	
1	FTSP UPN "Veteran" Jatim	T.Lingkungan	2007 - 2011	Lulus
2	SMA NEGERI 3 SURABAYA	IPS	2004 - 2007	Lulus
3	SMP NEGERI 8 SURABAYA	-	2001 - 2004	Lulus
4	SDN ANGKASA SURABAYA	-	1995 - 2001	Lulus
Tugas Akademik				
No.	Kegiatan	Tempat/Judul	Selesai tahun	
1	Kuliah Lapangan	Water Treatment Megumi, Bali dan Pengelolaan Hutan Mangrove, Bali	2009	
2	Kunjungan Pabrik	IPAL SIER,PT. Multi Bintang Indonesia Mojokerto,IPLD Sewon Bantul,PT.Sritex Sukoharjo	2010	
3	KKN	Kel.Sumber Kledung, Kec.Tegal Siwalan,Kab. Probolinggo	2010	
4	Kerja Praktek	PT.SEMEN GRESIK (PERSERO) TBK	2010	
5	PBPAB	Bangunan Pengolahan Air Minum	2011	
6	SKRIPSI	Pengolahan Sampah Plastik Menjadi Minyak Dengan Proses Pirolisis	2011	
Orang Tua				
Nama Alamat Telp Pekerjaan	: : : :	Moch Ilham Jl. Sukolilo 1A/27 03171556572 Wiraswasta		

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
ABSTRAK.....	iii
ABSTRACT.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
BAB I PENDAHULUAN	
I.1. Latar Belakang.....	1
I.2. Rumusan Masalah.....	3
I.3. Tujuan Penelitian.....	4
I.4. Manfaat Penelitian.....	4
I.5. Ruang Lingkup.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
II.1. Plastik.....	5
II.2. Kegunaan Plastik.....	7
II.3 Plastik Menurut Strukur Kimia.....	8
II.4. Plastik Menurut Perubahan Suhu .....	9
II.5. Jenis-jenis Plastik.....	10

II.6. Pengkodean dan Penggunaan Plastik di kehidupan Sehari-hari...	12
II.7. Pirolisis.....	18
II.8. Faktor yang Berperngaruh.....	20

### BAB III METODE PENELITIAN

III.1. Bahan Yang Digunakan.....	25
III.2. Alat Yang Digunakan.....	25
III.3. Prosedur Penelitian.....	27
III.4. Variabel.....	27
III.5. Analisis Data .....	28
III.5. Analisis Statistik .....	28
III.6 Analisa Secara Kualitatif.....	28
III.7 Kerangka Penelitian.....	31

### BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1. Pengaruh Waktu Dan Suhu Terhadap Massa Plastik.....	33
IV.1.1 Plastik HDPE.....	33
IV.1.2 Plastik LDPE.....	35
IV.1.3 Uji Korelasi.....	37

IV.2. Pengaruh Waktu Dan Suhu Terhadap Proses Pembentukan	
Minyak.....	39
IV.2.1 Plastik HDPE.....	39
IV.2.2 Plastik LDPE.....	41
IV.2.3 Uji Korelasi.....	43
IV.3 Efisiensi Reaktor Terhadap Peruraian Plastik Dan Produk Minyak	
yang Dihasilkan.....	45
IV.4 Perbandingan Kualitas Minyak Pirolisis dengan Jenis-Jenis	
Minyak Lain.....	47
IV.5 Hubungan Konversi dengan Waktu dan Suhu pada Pirolisis....	48
IV.5.1 Plastik HDPE.....	48
IV.5.2 Plastik LDPE.....	53

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

V.1. Kesimpulan.....	58
V.2. Saran.....	58

## DAFTAR PUSTAKA

## LAMPIRAN A. DATA HASIL PENELITIAN

## LAMPIRAN B. PERHITUNGAN

## LAMPIRAN C. HASIL ANALISA

## LAMPIRAN D. HASIL RUNNING MINITAB

LAMPIRAN E. PROSEDUR ANALISA

LAMPIRAN F. GAMBAR PENELITIAN



## KATA PENGANTAR

Atas berkat rahmat Allah SWT, akhirnya saya dapat menyelesaikan skripsi saya yang berjudul “Pengolahan Sampah Plastik Menjadi Minyak Dengan Proses Pirolisis”.

Skripsi saya ini merupakan bagian dari syarat kelulusan dan syarat untuk mendapatkan gelar S1 Teknik Lingkungan. Dengan adanya skripsi saya ini diharapkan membawa manfaat yang besar baik bagi mahasiswa Teknik Lingkungan UPN “Veteran” maupun bagi masyarakat umum.

Ucapan terima kasih yang sebesar – besarnya saya sampaikan kepada :

1. Ir Naniek Ratni JAR,Mkes Selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, UPN “ Veteran “ Jatim.
2. Bapak Dr.Ir Munawar Ali, MT selaku ketua Program Studi Teknik Lingkungan UPN “Veteran” Jawa Timur.
3. Bapak Dr.Ir Munawar Ali selaku Dosen pembimbing skripsi saya yang telah sabar membimbing. Terima kasih bapak atas segala bimbingan dan bantuanya.
4. Kedua orang tua dan keluarga besar saya yang telah memberikan semangat, membantu material, doa, serta support yang tidak pernah habis buat saya.
5. Semua rekan-rekan di Teknik Lingkungan angkatan 2007 yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu hingga terselesainya skripsi ini.

6. Semua pihak yang telah membantu dan yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.

Saya sadar bahwa skripsi saya ini masih jauh dari sempurna, untuk itu segala saran dan kritik sangat saya harapkan demi sempurnanya skripsi saya ini.

Akhirnya, semoga skripsi saya ini dapat bermanfaat bagi penyusun dan terlebih bagi generasi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, UPN “ Veteran “ Jatim juga bagi masyarakat luas pada umumnya.

Surabaya, November 2011

Aprian Ramadhan

## ABSTRAK

Penelitian ini dimaksudkan untuk mendisain reaktor pirolisis, dan mengamati pengaruh temperature dan waktu tinggal terhadap kualitas produk pirolisis. Penelitian ini dilakukan juga untuk mengetahui berapa banyak produk minyak yang dihasilkan. Penelitian dilakukan dengan menggunakan reaktor dengan diameter 20 cm dan tinggi 40 cm. Pirolisis dilangsungkan pada temperatur 250-420 derajat C dan waktu reaksi selama 0-60 menit.. Dari semua variabel yang dipelajari suhu memberi pengaruh yang paling nyata. Konstante kecepatan reaksi dipengaruhi oleh suhu sesuai dengan persamaan Arrhenious. Dengan nilai aktivasi energi 12145,4 cal./mole. Sesuai pernyataan Westerterp dkk. nilai itu tidak terlalu jauh dari  $10^4$  kal/mol. Hal itu menunjukkan reaksi kimia yang berperan. Konversi volatile matter yang dapat dicapai 80,2%, dan itu terjadi pada waktu 60 menit dan suhu 420°C.

Kata Kunci : limbah domestik, sampah, kinetika pirolisis

## ABSTRACT

This research aims to design pyrolysis reactor, develop pyrolysis operating procedure, and to investigate the effect of pyrolysis temperature to liquid product quality. The pyrolysis experiments will be performed in batch reactor equipped from carbon steel with 20 cm inside diameter and 40 cm height. The experimental conditions are as follows: temperature range 250-420 degrees C, and reaction time 0-60 min. From all variables studied, it seemed that temperature had the highest effect. Chemical reaction rate constant was affected by temperature in accordance with Arrhenius equation. The activation energy of k was 12145,4 cal./mole, respectively. This value was not so far from the extreme values ( $10^4$  cal/mole) presented by Westerterp et al. These facts ascertained that the chemical reaction step controlled the overall rate of reaction. The highest volatile matter conversion in this research was 80,2%, and this was obtained at process conditions of 60 minutes and temperature of 420°C. The pyrolytic oil yield increase with the increase of the temperature and its composition becomes more variative and few contents of carboxylic acids and aromatics compound.

Key words, domestic waste, rubbish, kinetic, pyrolysis.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### I.1 Latar Belakang

Peningkatan kuantitas sampah kota merupakan konsekuensi logis dari perkembangan kota akibat pertumbuhan penduduk, dan pergeseran pola hidup masyarakat. Diantaranya peningkatan penggunaan plastik untuk keperluan rumah tangga, yang berdampak pada peningkatan timbunan sampah plastik. Menurut Hardadi, salah satu technical engineering pengolahan limbah di TPA Benowo. Saat ini jumlah sampah tiap harinya yang masuk di TPA Benowo sekitar 1500 ton. Dan sekitar 10%-20% merupakan sampah plastik.

Dari jumlah itu hanya sebagian kecil sampah plastik yang terangkut pemulung (10%-20 dari total sampah plastik) dan sisanya tidak terpungut oleh pemulung. Sehingga banyak sampah plastik yang masih teronggok di TPA Benowo. Sampah plastik yang tidak terpungut oleh pemulung penanganannya tidak bisa dilakukan dengan metode landfill atau open dump. Pemusnahan sampah plastik dengan cara pembakaran (incineration), kurang efektif dan beresiko. Pengolahan sampah plastik dengan pembakaran bukan metode yang aman bagi lingkungan karena munculnya polutan dari emisi gas buang ( $\text{CO}_2$ , CO, Nox, dan SOx) dan beberapa partikulat pencemar lainnya. Selain itu menurut Hardadi pengolahan menggunakan cara incenerasi juga tidak diperbolehkan di TPA Benowo. Oleh karena itu diperlukan cara pengolahan lain untuk mengolah sampah plastik tersebut.

Proses daur ulang menjadi sangat populer saat ini. Namun hanya daur ulang tertentu yang selama ini dijalankan. Padahal ada banyak alternatif proses daur ulang yang lebih menjanjikan dan berprospek ke depan. Salah satunya mengonversi sampah plastik menjadi minyak. Itu bisa dilakukan karena pada dasarnya plastik berasal dari minyak bumi, sehingga tinggal dikembalikan ke bentuk semula.. Keuntungan sampah plastik adalah tidak menyerap air, sehingga kadar air sangat rendah dibandingkan sampah kertas, sisa makanan, dan biomassa. Selain itu plastik juga mempunyai nilai kalor cukup tinggi, setara dengan bahan bakar fosil seperti bensin dan solar.

Jenis polimer plastik umumnya berasal dari polipropilena, polietilena, polistirena, atau polivinilklorida (PVC). Ada dua jenis polietilena, yaitu high density polyethylene (HDPE) dan low density polyethylene (LDPE). HDPE banyak digunakan sebagai botol plastik minuman, sedangkan LDPE untuk kantong plastik. Untuk itu, penanganan sampah plastik yang efektif adalah memutus rantai polimer (fraksinasi). Metode pemecahan rantai polimer yang sudah dikenal adalah pirolisis, gasifikasi, degradasi termal maupun katalitik. Pengolahan sampah plastik yang paling memungkinkan adalah dengan proses pirolisis (Mulyadi, 2004). Keunggulan nyata dari pirolisis dibandingkan dengan pembakaran (incineration), yaitu dapat mereduksi gas buang hingga 20 kali. Disisi lain, produk pirolisis dapat dimanfaatkan lebih fleksibel dan penanganannya lebih mudah. Proses pirolisis sampah plastik merupakan teknologi konversi termokimia yang masih perlu dikembangkan. Selain itu, keterbatasan data-data kinetik untuk penentuan persamaan laju termal dekomposisi secara

menyeluruh. Data - data itu diperlukan untuk rancang bangun reaktor pirolisis.. Pyrolytic oil sebagai produk cair mengandung nafta dan komponen lain yang relatif potensial untuk diolah kembali menjadi fraksi yang dapat memberikan nilai tambah. Beberapa penelitian seputar konversi sampah plastik menjadi produk cair berkualitas bahan bakar telah dilakukan dan menunjukkan hasil yang cukup prospektif untuk dikembangkan (Mulyadi, 2004). Pemanfaatan hasil fraksinasi sampah plastik telah banyak dikembangkan, yaitu pengubahan produk tar (pyrolytic oil) menjadi minyak pelumas menggunakan metode hydroisomerisasi, tetapi masih memerlukan langkah yang cukup panjang. Cara itu merupakan perwujudan pengembangan proses Fischer-Tropsch (Rodiansono dkk.,2007).

Dengan Latar belakang tersebut maka peneliti akan memanfaatkan limbah plastik dan mendaur ulang menjadi minyak,sehingga kedepannya bisa dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif

## I.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut maka dapat dibuat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh suhu dan waktu terhadap massa plastic yang terurai dan berapa banyak minyak yang dihasilkan dalam proses pirolisis
2. Berapa nilai Parameter kinetika fraksinasi yang terjadi
3. Bagaimana kualitas produk minyak yang dihasilkan dari proses

### I.3. Tujuan

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Menentukan pengaruh suhu dan waktu terhadap massa plastik yang terurai dan berapa minyak yang dihasilkan dalam proses pirolisis
2. Memperoleh parameter kinetika fraksinasi pada proses pirolisis
3. Menentukan kualitas Produk minyak yang dihasilkan, dibandingkan dengan Produk Minyak jenis lain

### I.4. Manfaat

Manfaat dari Penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Memberi alternatif terhadap pengolahan limbah sampah plastik.
2. Memberi alternatif pengolahan plastik dengan proses pirolisis yang bisa menghasilkan bahan bakar alternatif
3. Memberi Masukan data penelitian yang berguna untuk perancangan reaktor pirolisis skala sebenarnya.

### I.5 Ruang Lingkup

1. Penelitian dilakukan di Laboratorium Riset Teknik LingkunganUPN “Veteran” Jatim.
2. Bahan yang digunakan adalah sampah plastik dari pengepul di TPA Benowo Surabaya
3. Jenis sampah Plastik yang digunakan :
  - a. Tutup gallon (LDPE).
  - b. Pecahan timba cat, wadah hand body(HDPE).
4. Dalam penelitian ini Gas yang dihasilkan tidak diteliti